

BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2003年12月16日  
Date of Application:

願番号 特願2003-418590  
Application Number:

JP 条約による外国への出願  
番号 用いる優先権の主張の基礎  
JP となる出願の国コードと出願  
番号  
country code and number  
of our priority application.  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention. is

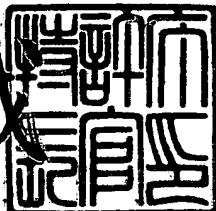
願人 トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2007年 1月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中嶋誠



出証番号 出証特2007-3000791

**【書類名】** 特許願  
**【整理番号】** 1034404  
**【提出日】** 平成15年12月16日  
**【あて先】** 特許庁長官 今井 康夫 殿  
**【国際特許分類】** F02D 13/02  
                          F01L 13/00

**【発明者】**  
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 【氏名】 中坂 幸博

**【発明者】**  
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 【氏名】 平工 恵三

**【発明者】**  
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 【氏名】 角岡 順

**【発明者】**  
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 【氏名】 橋爪 明

**【発明者】**  
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 【氏名】 金井 弘

**【発明者】**  
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 【氏名】 不破 直秀

**【発明者】**  
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 【氏名】 加賀 智之

**【特許出願人】**  
 【識別番号】 000003207  
 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

**【代理人】**  
 【識別番号】 100077517  
 【弁理士】 石田 敬  
 【氏名又は名称】 03-5470-1900

**【選任した代理人】**  
 【識別番号】 100092624  
 【弁理士】 鶴田 準一

**【選任した代理人】**  
 【識別番号】 100123582  
 【弁理士】 三橋 真二

**【選任した代理人】**  
 【識別番号】 100082898  
 【弁理士】 西山 雅也

**【先の出願に基づく優先権主張】**  
 【出願番号】 特願2003-146101  
 【出願日】 平成15年 5月23日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0306635

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開弁特性を制御する開弁特性制御手段を備えた多気筒内燃機関の制御装置であって、

気筒間の吸気量差を推定し、推定された該吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限する、多気筒内燃機関の制御装置。

## 【請求項 2】

推定された吸気量差に加え、該吸気量差の推定時における機関回転数及び開弁特性を考慮して上記開弁特性の制御範囲を制限する、請求項 1 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

## 【請求項 3】

上記開弁特性として作用角が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、その吸気量差を推定した時の作用角が大きいほど、作用角の制御範囲の下限値が大きくなるように設定されている、請求項 1 または 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

## 【請求項 4】

上記開弁特性としてバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、その吸気量差を推定した時のバルブリフト量が大きいほど、バルブリフト量の制御範囲の下限値が大きくなるように設定されている、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

## 【請求項 5】

上記開弁特性として作用角及び／またはバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、推定された上記吸気量差が大きいほど、作用角及び／またはバルブリフト量の制御範囲の下限値が大きくなるように設定されている、請求項 1 または 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

## 【請求項 6】

上記開弁特性として作用角及び／またはバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、上記開弁特性の制御範囲を制限することは、上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって行われ、該補正量は補正前の上記目標作用角及び／または目標バルブリフト量が大きいほど小さくなるように設定されている、請求項 1 または 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

## 【請求項 7】

上記補正量は、推定された上記吸気量差が大きいほど大きくなるように設定されている、請求項 6 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

## 【請求項 8】

吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングを変更せしめる開閉タイミング変更手段を更に備えると共に、上記開弁特性として作用角及び／またはバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、上記開弁特性の制御範囲を制限することは、上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって行われる多気筒内燃機関の制御装置において、

補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さが、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さに近づくまたは一致するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる、請求項 1 または 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

## 【請求項 9】

更に、補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の時期が、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の時期に近づくまたは一

致するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる、請求項 8 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 10】

吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングを変更せしめる開閉タイミング変更手段を更に備えると共に、上記開弁特性として作用角及び／またはバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、上記開弁特性の制御範囲を制限することは、上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって行われる多気筒内燃機関の制御装置において、

補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さが、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さよりも短くなるように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる、請求項 1 または 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 11】

上記の吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さを短くする程度は、上記目標作用角及び／または目標バルブリフト量を補正して上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御を行うようにすることによって吸気量制御のために必要となる吸気圧変化の大きさに応じて設定される、請求項 10 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 12】

気筒間の吸気量差の推定が、各気筒への分岐吸気通路よりも上流側に設けられた吸気量検出手段によって検出された吸気量に基づいて行われ、上記吸気量検出手段による吸気量の検出は複数の気筒の吸気弁が開いている時期が重ならない開弁特性である時に実施される、請求項 1 から 11 の何れか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 13】

上記吸気量検出手段は吸気圧センサを含んでいる、請求項 12 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】多気筒内燃機関の制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、多気筒内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、スロットル弁に加えて、吸気弁や排気弁の作用角やバルブリフト量等の開弁特性を制御する装置を備え、スロットル弁開度と共に上記開弁特性をも制御して燃焼室内に吸入される空気量（以下、「吸気量」と言う）を制御するようにした内燃機関が開発され、公知となっている。

【0003】

一方、従来より多気筒内燃機関においては、弁部分に関する組み付け公差や機差、あるいは弁部分の摩耗やデポジット付着等のために、気筒間の吸気量にばらつきが生じ、それによってトルク変動が発生したり、排気エミッションが悪化したりする問題がある。そしてこのような問題は、上記のような開弁特性を制御して吸気量を制御するタイプの多気筒内燃機関においても同様に生じる場合があり、特にその影響は吸気圧が同じであれば吸気量が少なくなるような開弁特性である場合ほど、つまり、例えば吸気弁の作用角やバルブリフト量が小さい場合ほど大きくなることがわかっている。

【0004】

より具体的には、例えば吸気弁に同じ量のデポジットが付着している場合、実際の吸気量の目標吸気量からのずれは、同じ目標吸気量に対して作用角やバルブリフト量を小さくして吸気を行った場合の方が作用角やバルブリフト量を大きくして吸気を行った場合に比べ大きくなる。そしてその結果、上記トルク変動等への影響も作用角やバルブリフト量が小さいほど大きくなる。

【0005】

上記のような問題に対し、特許文献1には開弁特性を制御して吸気量を制御するタイプの多気筒内燃機関において、気筒間のトルク差を求め、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正して気筒間のトルク差を小さくしようとする技術が開示されている。また、この文献には、実際の吸気量と目標吸気量とのずれが吸気弁の作用角が小さい場合ほど大きくなるのに対応して、上記燃料噴射量等の補正が吸気弁の作用角が小さい場合ほど大きくなるように設定すること等も開示されている。

【0006】

更に、特許文献2には、バルブリフト量を可変作動させる作動機構を備えた内燃機関の可変動弁装置において、バルブリフト量が極めて小さい領域（極低リフト制御域）においては気筒間の吸気量差が顕著に現れるため、そのような極低リフト制御域を使用しないようにした構成が開示されている。

【0007】

【特許文献1】特開2002-303187号公報

【特許文献2】特開2001-173469号公報

【特許文献3】特開2000-310146号公報

【特許文献4】特開平4-19342号公報

【特許文献5】特開平1-187366号公報

【特許文献6】特開2002-155779号公報

【特許文献7】特開2002-213263号公報

【特許文献8】特開2001-152889号公報

【特許文献9】特開2002-303199号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記特許文献1のように気筒間のトルク差を減少させるべく燃料噴射量や点火時期が制御されると排気エミッションの悪化を招く可能性がある。特に作用角及び／またはリフト量が小さくなる運転領域では排気エミッションが悪化し易いという問題がある。

#### 【0009】

また、上記特許文献2のように、無条件にバルブリフト量の小さい領域を使用しないようにしてしまうと、運転状態（機関回転数等）や運転環境（温度、気圧等）によってバルブリフト量が小さくても気筒間の吸気量差が充分に小さくなる場合にも上記領域が使用されないこととなり、バルブリフト量を制御して吸気量を制御することによる効果（例えば燃費の向上等）が無意味に低減されてしまう可能性がある。

#### 【0010】

本発明は上記のような問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、吸気弁及び／または排気弁の開弁特性を変更可能な多気筒内燃機関において、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因して発生するトルク変動を抑制し得る制御装置を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

##### 【0011】

本発明は、上記課題を解決するための手段として、特許請求の範囲の各請求項に記載された多気筒内燃機関の制御装置を提供する。

1番目の発明は、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開弁特性を制御する開弁特性制御手段を備えた多気筒内燃機関の制御装置であって、気筒間の吸気量差を推定し、推定された該吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限する、多気筒内燃機関の制御装置を提供する。

##### 【0012】

多気筒内燃機関において生じるトルク変動を減少させる方法としては、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正する方法が考えられるが、この方法では排気エミッションが悪化する可能性がある。一方、多気筒内燃機関においてトルク変動を引き起こす気筒間のトルク差は、一般に気筒間の吸気量差に起因して生じ、また、その吸気量差は機関回転数の他、開弁特性にも影響を受ける。すなわち、気筒間の吸気量差の生じ易い開弁特性と、生じ難い開弁特性とが存在する。したがって、開弁特性の制御範囲を比較的気筒間の吸気量差の生じ難い開弁特性の範囲に制限すれば、気筒間の吸気量差に起因するトルク変動を低減することが可能である。ただこの場合、開弁特性の制御範囲を制限して小さくすると開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果（例えば燃費の向上等）が低減してしまう場合がある。

##### 【0013】

1番目の発明では、推定された上記気筒間の吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲に対する制限が決定されるので、実際に生じている気筒間の吸気量差、すなわちそれに起因するトルク変動及び排気エミッションの程度に応じて開弁特性の制御範囲を制限することができる。これにより、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因するトルク変動を抑制することができる。また、気筒間の吸気量差が低減されるので、排気エミッションの改善も図ることができる。

##### 【0014】

なお、ここで、推定された気筒間の吸気量差に応じて開弁特性の制御範囲を制限することには、推定された吸気量差が所定吸気量差以上となった時に、吸気量差が所定吸気量差未満である時には行われていなかった制御範囲の制限が行われるようになる場合も含まれるものとする。また、本明細書において開弁特性とは、作用角及びバルブリフト量の一方、もしくは両方を意味する。

##### 【0015】

2番目の発明では1番目の発明において、推定された吸気量差に加え、該吸気量差の推定時における機関回転数及び開弁特性を考慮して上記開弁特性の制御範囲を制限する。

上述したように、気筒間の吸気量差は、その時の機関回転数及び開弁特性に影響を受ける。したがって、同じ吸気量差であってもそれらを推定した時の機関回転数や開弁特性が異なれば、その吸気量差の持つ意味（すなわち、その吸気量差が示している異常の程度）は異なることになる。

#### 【0016】

2番目の発明においては、推定された上記吸気量差と、その吸気量差を推定した時の機関回転数並びに上記開弁特性を考慮して上記開弁特性の制御範囲に対する制限が決定されるので、吸気量差の推定された時の機関回転数や開弁特性にかかわらず、その吸気量差の持つ意味（すなわち、その吸気量差が示している異常の程度）を正確に反映して上記制御範囲の制限を決定することができる。つまり、2番目の発明によれば、任意の機関回転数及び任意の開弁特性の時に上記吸気量差を推定して、上記制御範囲の制限を決定することができる。

#### 【0017】

そして2番目の発明によっても、実際に生じている気筒間の吸気量差、すなわちそれに起因するトルク変動及び排気エミッションの程度に応じて開弁特性の制御範囲を制限することができる。そしてこれにより、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因して発生するトルク変動を抑制することができると共に、気筒間の吸気量差に起因する排気エミッション悪化の低減を図ることができる。

#### 【0018】

3番目の発明では1番目または2番目の発明において、上記開弁特性として作用角が制御され、その吸気量差を推定した時の作用角が大きいほど、作用角の制御範囲の下限値が大きくなるように設定されている。すなわち例えば、同じ吸気量差が推定された場合、その吸気量差を推定した時の作用角が大きいほど、その後の作用角の制御範囲の下限値が大きくなるように設定される。

#### 【0019】

上記開弁特性として作用角が制御される場合、作用角が小さくなるほど上記気筒間の吸気量差は生じ易い。したがって、3番目の発明のようにすることによって、気筒間の吸気量差を許容範囲内にするための上記開弁特性の制御範囲に対する制限が適切に決定され得る。これにより、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因して発生するトルク変動を抑制することができると共に、気筒間の吸気量差に起因する排気エミッション悪化の低減を図ることができる。

#### 【0020】

4番目の発明では1番目から3番目の何れかの発明において、上記開弁特性としてバルブリフト量が制御され、その吸気量差を推定した時のバルブリフト量が大きいほど、バルブリフト量の制御範囲の下限値が大きくなるように設定されている。すなわち例えば、同じ吸気量差が推定された場合、その吸気量差を推定した時のバルブリフト量が大きいほど、その後のバルブリフト量の制御範囲の下限値が大きくなるように設定される。

#### 【0021】

上記開弁特性としてバルブリフト量が制御される場合、バルブリフト量が小さくなるほど上記気筒間の吸気量差は生じ易い。したがって、4番目の発明のようにすることによって、気筒間の吸気量差を許容範囲内にするための上記開弁特性の制御範囲に対する制限が適切に決定され得る。これにより、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因して発生するトルク変動を抑制することができると共に、気筒間の吸気量差に起因する排気エミッション悪化の低減を図ることができる。

#### 【0022】

5番目の発明では1番目または2番目の発明において、上記開弁特性として作用角及び／またはバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、推定された上記吸気量差が大きいほど、作用角及び／またはバルブリフト量の制御範囲の下限値が大きくなるように設定されている。

5番目の発明によても、3番目または4番目の発明とほぼ同様の作用及び効果を得ることができる。

#### 【0023】

6番目の発明では1番目または2番目の発明において、上記開弁特性として作用角及び／またはバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、上記開弁特性の制御範囲を制限することは、上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって行われ、該補正量は補正前の上記目標作用角及び／または目標バルブリフト量が大きいほど小さくなるように設定されている。

#### 【0024】

作用角及び／またはバルブリフト量が比較的大きい場合には、吸気量差が大きくとも、その吸気量差の要因としての弁部分に関する組み付け公差や機差、あるいは弁部分の摩耗やデポジット付着の影響は小さいと考えられる。

したがって、6番目の発明のようにすれば、必要以上に上記開弁特性の制御範囲を制限することを抑制し、より適切な制限を行うようにすることができる。そしてこれにより、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因して発生するトルク変動を抑制することができると共に、気筒間の吸気量差に起因する排気エミッション悪化の低減を図ることができる。

#### 【0025】

7番目の発明では6番目の発明において、上記補正量は、推定された上記吸気量差が大きいほど大きくなるように設定されている。

7番目の発明によれば、上記開弁特性の制御範囲を更に適切に制限することができ、6番目の発明とほぼ同様の作用及び効果を得ることができる。

#### 【0026】

8番目の発明では1番目または2番目の発明において、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングを変更せしめる開閉タイミング変更手段を更に備えると共に、上記開弁特性として作用角及び／またはバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、上記開弁特性の制御範囲を制限することは、上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって行われ、補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さが、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さに近づくまたは一致するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる。

#### 【0027】

目標作用角及び／または目標バルブリフト量を補正して作用角及び／またはバルブリフト量を制御することによって吸気弁と排気弁が共に開いている期間（バルブオーバーラップ）の長さが長くなると、燃焼室内に残留する既燃ガスの量が増加して燃焼が悪化し、トルク変動の悪化及び失火が起こる場合がある。

これに対し、8番目の発明によれば、補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さが、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さに近づくまたは一致するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる。そしてこれにより、上記開弁特性の制御範囲を制限すること、すなわち上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補

正量だけ大きくなるように補正することによって起こり得るトルク変動の悪化及び失火を抑制することができる。

【0028】

9番目の発明では8番目の発明において、更に、補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の時期が、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の時期に近づくまたは一致するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる。

【0029】

目標作用角及び／または目標バルブリフト量を補正して作用角及び／またはバルブリフト量を制御することによって吸気弁と排気弁が共に開いている期間（バルブオーバーラップ）の時期が変化すると、燃焼室内に残留する既燃ガスの量が増加して燃焼が悪化しトルク変動の悪化及び失火が起こったり、逆に燃焼室内に残留する既燃ガスの量が減少して燃費が悪化したりする場合がある。

【0030】

これに対し、9番目の発明によれば、補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの時期が、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの時期に近づくまたは一致するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる。そしてこれにより、上記開弁特性の制御範囲を制限すること、すなわち上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって起こり得るトルク変動の悪化等の上記不都合の発生を抑制することができる。

【0031】

10番目の発明では1番目または2番目の発明において、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングを変更せしめる開閉タイミング変更手段を更に備えると共に、上記開弁特性として作用角及び／またはバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、上記開弁特性の制御範囲を制限することは、上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって行われ、補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さが、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合における吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さよりも短くなるように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる。

【0032】

吸気量（燃焼室内に吸入される新気量）が開弁特性である作用角及び／またはバルブリフト量と吸気圧との協調制御によって制御されている場合において、作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量が大きくなるように補正される場合、同じ目標吸気量を維持するためには、例えばスロットル弁を閉側に制御する等して吸気圧を低減する必要がある。そしてこのように吸気圧を低減すると、その影響で、吸気弁と排気弁が共に開いている期間（バルブオーバーラップ）の長さを目標作用角及び／または目標バルブリフト量を補正する前の長さと同じにしても上記残留既燃ガス量が増加する恐れがある。つまり、吸気圧が低下した分だけ既燃ガスが燃焼室内に残留し易くなるのである。

【0033】

これに対し、10番目の発明では、補正後の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さが、補正前の目標作用角及び／または目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さよりも短くなるように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングが変更せしめられる。そしてこのようにすることで吸気圧が低下することによって残留既燃ガス量が増加するのを抑制する

ことができ、それによって吸気量を目標吸気量としつつ上記開弁特性の制御範囲を制限すること、すなわち上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって起こり得るトルク変動等の不都合をより確実に抑制することができる。

#### 【0034】

11番目の発明では10番目の発明において、上記の吸気弁と排気弁が共に開いている期間の長さを短くする程度は、上記目標作用角及び／または目標バルブリフト量を補正して上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御を行うようにすることによって吸気量制御のために必要となる吸気圧変化の大きさに応じて設定される。

#### 【0035】

上記既燃ガスが燃焼室内に残留し易くなる程度は、上記目標作用角及び／または目標バルブリフト量を補正して上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御を行うようにすることによって吸気量制御のために必要となる吸気圧変化（吸気圧低下）の大きさに応じて決まると考えられる。したがって、11番目の発明のようにすることによって、上記目標作用角及び／または目標バルブリフト量に対する補正を行って上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御を行っている場合の残留既燃ガス量を上記目標作用角及び／または目標バルブリフト量に対する補正を行わずに上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御を行っている場合の残留既燃ガス量に近づける、または一致させることができる。そしてこれにより、上記開弁特性の制御範囲を制限すること、すなわち上記作用角及び／またはバルブリフト量の制御の際に目標作用角及び／または目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって起こり得るトルク変動等の不都合をより確実に抑制することができると共に、必要以上にバルブオーバーラップの長さを短くしてポンプ損失が増加してしまう等の不都合が発生するのを抑制することができる。

#### 【0036】

12番目の発明では1番目から11番目の何れかの発明において、気筒間の吸気量差の推定が、各気筒への分岐吸気通路よりも上流側に設けられた吸気量検出手段によって検出された吸気量に基づいて行われ、上記吸気量検出手段による吸気量の検出は複数の気筒の吸気弁が開いている時期が重ならない開弁特性である時に実施される。

#### 【0037】

12番目の発明のように、吸気量検出手段による吸気量の検出を複数の気筒の吸気弁が開いている時期が重ならない開弁特性である時に実施するようにすると、各気筒への分岐吸気通路毎に吸気量検出手段を設けなくても精度良く各気筒の吸気量を検出することが可能となる。これにより、正確に吸気量差を推定することができるので、その吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限することにより、各請求項に記載の発明の効果を充分且つ確実に得ることが可能となる。

#### 【0038】

13番目の発明では12番目の発明において、上記吸気量検出手段は吸気圧センサを含んでいる。

気筒間の吸気量差を推定するための方法には、例えば、機関回転数変動に基づいて推定する方法や空燃比の変化に基づいて推定する方法等がある。しかしながら、これらの方法で推定した吸気量差には気筒毎の燃料噴射量の差の影響が含まれているため、これらの方法で得られた吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限しても、各請求項に記載の発明の効果が充分に得られない可能性がある。

#### 【0039】

これに対し、本発明では吸気圧センサを含む吸気量検出手段によって検出された吸気量に基づいて気筒間の吸気量差の推定が行われるため、気筒毎の燃料噴射量の差の影響を排除した、より正確な吸気量差を得ることができる。したがって、その吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限することにより、各請求項に記載の発明の効果を充分且つ確実に得ることが可能となる。

#### 【発明の効果】

## 【0040】

各請求項に記載の発明は、開弁特性を制御する開弁特性制御手段を備えた多気筒内燃機関において、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因して発生するトルク変動を抑制することができるという共通の効果を奏する。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0041】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。尚、図面において、同一又は類似の構成要素には共通の参照番号を付す。

図1は本発明の内燃機関の制御装置の一実施形態の概略構成図、図2は図1に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の平面図である。図1及び図2において、1は内燃機関本体、2は吸気弁、3は排気弁である。図2から明らかなように、本実施形態における内燃機関は四気筒内燃機関であり、図2中の#1～#4はそれぞれ第一気筒から第四気筒を示している。

## 【0042】

図1において、8は気筒内に形成された燃焼室、9はバルブリフト量を変更するためのバルブリフト量変更装置である。つまり、バルブリフト量変更装置9を作動することにより、吸気弁2のバルブリフト量を制御することができる。本実施形態ではバルブリフト量変更装置9によって吸気弁2のバルブリフト量が変更されると、それに伴って、吸気弁2の開口面積が変更されることになる。本実施形態の吸気弁2では、バルブリフト量が増加されるにしたがって吸気弁2の開口面積が増加するようになっている。また、後述するように本実施形態ではバルブリフト量変更装置9によって吸気弁2のバルブリフト量が変更されると、それに伴って、吸気弁2の作用角も変更される。

## 【0043】

15は燃料噴射弁、16は吸気弁2のバルブリフト量及び作用角を検出するためのセンサ、17は機関回転数を検出するためのセンサである。18は吸気圧を検出するための吸気圧センサ、19はエアフローメータ、20は内燃機関冷却水の温度を検出するための冷却水温センサ、21は吸気温を検出するための吸気温センサ、22はECU（電子制御装置）である。50はシリンダ、51は各気筒への分岐吸気通路を構成する下流側吸気管、52は上流側吸気管、53はサージタンク、54は排気管、55は点火栓、56はスロットル弁、57は排気ガス空燃比を検出するための空燃比センサである。

## 【0044】

本実施形態において、燃料噴射弁15はECU22に接続されており、ECU22からの信号によって噴射される燃料量や噴射時期を制御することができる。同様に、点火栓55もECU22に接続されており、ECU22からの信号によって点火時期を制御することができる。また、スロットル弁56の開度はアクセルペダルの踏込み量（以下、「アクセル踏込み量」と言う）とは無関係に変更することができ、スロットル弁開度を調整することで吸気圧が制御される。

## 【0045】

図3はバルブリフト量変更装置9が作動されるのに伴って吸気弁2のバルブリフト量が変化する様子を示した図である。図3に示すように、バルブリフト量変更装置9によって吸気弁2のバルブリフト量が連続的に変更せしめられる。また本実施形態では、バルブリフト量変更装置9が作動されるのに伴って、吸気弁2の開弁期間も変更せしめられる。つまり、吸気弁2の作用角も変更せしめられる。詳細には、吸気弁2のバルブリフト量が増加せしめられるのに伴って、吸気弁2の作用角が増加せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。したがって、バルブリフト量変更装置9によって、バルブリフト量と作用角を制御することができ、本実施形態においてバルブリフト量変更装置9は開弁特性制御手段を構成する。

## 【0046】

更に本実施形態では、バルブリフト量変更装置9が作動されるのに伴って、吸気弁2の

バルブリフト量がピークとなるタイミングも変更せしめられる。詳細には、吸気弁2のバルブリフト量が増加せしめられるのに伴って、吸気弁2のバルブリフト量がピークとなるタイミングが遅角せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。

#### 【0047】

以上のように本実施形態では、開弁特性制御手段であるバルブリフト量変更装置9によって吸気弁2の開弁特性を制御することができ、スロットル弁56によって吸気圧を制御することができる。そして通常はこの開弁特性と吸気圧とを協調制御することによって、燃焼室8内に吸入される空気量、すなわち吸気量が制御される。

#### 【0048】

ところで、多気筒内燃機関においては、弁部分に関する組み付け公差や機差、あるいは弁部分の摩耗やデポジット付着等のために、気筒間の吸気量にばらつきが生じ、それによってトルク変動が発生したり、排気エミッションが悪化したりする問題がある。そしてこのような問題は、本実施形態のような開弁特性を制御して吸気量を制御するタイプの多気筒内燃機関においても同様に生じる場合があり、特にその影響は吸気圧が同じであれば吸気量が少なくなるような開弁特性である場合ほど、つまり、例えば吸気弁2の作用角やバルブリフト量が小さい場合ほど大きくなることがわかっている。

#### 【0049】

上記のようなトルク変動の問題に対しては、気筒間のトルク差を求め、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正して気筒間のトルク差を小さくする方法も考えられるが、燃料噴射量や点火時期を補正して気筒間のトルク差を小さくする場合には排気エミッションが悪化する可能性がある。例えば、燃料噴射量のみでトルク変動を抑制させようとした場合には各気筒の空燃比が不均一になるため触媒による浄化率が低下する可能性がある。また、燃料噴射量の補正により各気筒の空燃比を均一化した上で点火時期を補正してトルク変動を抑制しようとした場合には未燃HCの排出量が増加する可能性がある。これらの現象は、作用角・リフト量が小さくなる運転領域で顕著となる。

#### 【0050】

そこで、本実施形態では、気筒間の吸気量差が開弁特性、すなわちバルブリフト量と作用角に大きな影響を受けることを考慮して、後述するような方法によってバルブリフト量及び作用角の制御範囲に対する制限を決定し、気筒間の吸気量差に基づいて生じる気筒間のトルク差に起因するトルク変動を容易且つ確実に低減するようとする。なお、上述の説明からも明らかなように本実施形態では開弁特性であるバルブリフト量と作用角に一定の関係があるので、以下の制御範囲に対する制限を決定する方法の説明では開弁特性としてバルブリフト量を用いて説明する。

#### 【0051】

図4は、上記バルブリフト量の制御範囲に対する制限を決定する方法の一つを実施するための制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンはECU22により一定時間毎の割込みによって実施される。本制御ルーチンがスタートすると、まずステップ101において、気筒間の吸気量差の推定を行う条件が成立しているか否かが判定される。この条件は、内燃機関が予め定めた所定の機関回転数及び所定のバルブリフト量で運転されている場合に成立するものである。気筒間の吸気量差を推定する際には機関回転数及びバルブリフト量が一定となる定常運転状態となっていることが好ましいので、例えば、上記所定の機関回転数及び所定のバルブリフト量は、上記内燃機関が暖機後のアイドリング運転時による機関回転数及びバルブリフト量とされ得る。

#### 【0052】

ステップ101において、上記条件が成立していないと判定された場合には本制御ルーチンは終了し、上記条件が成立していると判定された場合にはステップ103に進む。ステップ103においては気筒間の吸気量差の推定がなされる。気筒間の吸気量差を推定するための方法には様々なものが考えられるが、例えば、機関回転数変動に基づいて推定する方法、空燃比の変化に基づいて推定する方法、吸気圧の変化に基づいて推定する方法等がある。ここで、これらの方法について簡単に説明しておく。

## 【0053】

まず機関回転数変動に基づいて推定する方法であるが、これには機関回転数を検出するためのセンサ17が利用される。すなわち、本実施形態ではセンサ17により機関回転数の経時変化が求められるので、これをクランク角度との関係で解析することにより各気筒（#1～#4）における爆発に対応する回転数の変動（例えば各気筒における点火直前の機関回転数と点火後のピーク回転数との差）を求めることができる。そしてこれに基づいて各気筒の吸気量を推定することができ、その各気筒に対して得られた吸気量の中の最大値と最小値との差を計算することで気筒間の吸気量差を求めることができる。

## 【0054】

次に空燃比の変化に基づいて推定する方法であるが、これには排気ガス空燃比を検出するための空燃比センサ57が利用される。すなわち、本実施形態では空燃比センサ57により排気ガス空燃比の経時変化が求められるので、これをクランク角度との関係で解析することにより各気筒における空燃比を求めることができる。そしてこれに基づいて各気筒の吸気量を推定することができ、その各気筒に対して得られた吸気量の中の最大値と最小値との差を計算することで気筒間の吸気量差を求めることができる。

## 【0055】

最後に吸気圧の変化に基づいて推定する方法であるが、この方法によれば上述の二つの方法よりも正確に気筒間の吸気量差が推定できると考えられる。すなわち、上述した機関回転数変動に基づいて推定する方法や空燃比の変化に基づいて推定する方法では推定した吸気量差に気筒毎の燃料噴射量の差の影響が含まれてしまうが、吸気圧の変化に基づいて推定する方法ではこの影響を排除することができる。そのため、より正確な吸気量差を得ることができると考えられるのである。

## 【0056】

吸気圧の変化に基づいて推定する方法には、吸気圧を検出するための吸気圧センサ18が利用される。すなわち、例えば吸気圧センサ18が各気筒への分岐吸気通路を構成する下流側吸気管51のそれぞれに設けられ、各下流側吸気管51内の圧力を検出するようになっている場合には、各吸気圧センサ18によって求められる吸気圧の変化（吸気圧低下量）に基づいて各気筒の吸気量を推定することができ、その各気筒に対して得られた吸気量の中の最大値と最小値との差を計算することで気筒間の吸気量差を求めることができる。

## 【0057】

あるいは、吸気圧センサ18が上記下流側吸気管51よりも上流側、例えばサージタンク53に設けられ、同サージタンク53内の圧力を検出するようになっていてもよい。この場合、吸気圧センサ18によりサージタンク53内の圧力の経時変化が求められるので、これをクランク角度との関係で解析することにより各気筒に対応する吸気圧変化（サージタンク内の圧力低下量）を求めることができる。そしてこれに基づいて各気筒の吸気量を推定することができ、その各気筒に対して得られた吸気量の中の最大値と最小値との差を計算することで気筒間の吸気量差を求めることができる。

## 【0058】

なお、この場合、上記吸気圧センサ18によるサージタンク内圧力の検出は、複数の気筒の吸気弁が開いている時期が重ならない開弁特性（バルブリフト量や作用角）である時に実施されるようにするのが好ましい。これは例えば、四気筒内燃機関の場合には作用角が180°未満である時であり、このような時に検出を行うことで検出された吸気圧変化を正確に各気筒に対応させることができ、各気筒の吸気量をより精度良く推定することができる。

## 【0059】

また、例えば、上述したような各方法で推定される各気筒の吸気量と、その時の運転状態で定まる基準吸気量との差を求めれば、どの気筒で吸気量が多く、どの気筒で吸気量が少ないかも求めることができる。そして、本実施形態では推定された各気筒の吸気量の中の最大値と最小値との差を計算することで気筒間の吸気量差を求めるとしているが、

他の実施形態では上記のようにして得られる基準吸気量との差に基づいて、気筒間の吸気量のばらつきを表す他の値を求め、上記気筒間の吸気量差の代わりに用いるようにしてもよい。

#### 【0060】

以上のような方法の何れかにより気筒間の吸気量差が推定されると、ステップ105に進み、ステップ103で推定した上記吸気量差に応じて、その後のバルブリフト量制御における制御範囲の下限値が決定される。このバルブリフト量制御における制御範囲の下限値の決定には例えば図5(a)に示されたようなマップが用いられる。このマップは上記所定の機関回転数及び所定のバルブリフト量の場合に対応して事前に作成されるものであるが、上記所定の機関回転数及び所定のバルブリフト量以外の運転条件においても気筒間の吸気量差が、許容できる排気エミッション及びトルク変動の範囲に対応する吸気量差の許容範囲内になるようにするバルブリフト量の下限値を示すものである。

#### 【0061】

図5(a)に示したように、上記バルブリフト量の下限値はステップ103において推定される気筒間の吸気量差が大きいほど大きくなる傾向がある。これは気筒間の吸気量差がバルブリフト量が小さいほど生じ易いためである。このようなマップを適切に作成することにより、気筒間の吸気量差を許容範囲内にするためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限が適切に決定され得る。なお、このような上記バルブリフト量の下限値を決定するためのマップとして、図5(b)に示すようにステップ103において推定される気筒間の吸気量差が大きくなるにしたがい、上記バルブリフト量の下限値がステップ状に大きくなるようにされているマップを用いてもよい。

#### 【0062】

ステップ105においてバルブリフト量の下限値が決定されると、その後の吸気量の制御においてバルブリフト量の制御範囲が上記下限値以上に制限されることになるが、スロットル弁56による吸気圧制御との協調制御によって全気筒の総吸気量（すなわち、内燃機関の吸気量）は目標吸気量へと制御され得る。すなわち、本来バルブリフト量が上記下限値よりも小さくなることで実現していた吸気量は、スロットル弁56の開度をより閉側に制御することで実現される。

#### 【0063】

以上のように、この方法よれば、実際に生じている気筒間の吸気量差、すなわちそれに起因するトルク変動及び排気エミッションの程度に応じてバルブリフト量の制御範囲を制限することができる。これにより、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因するトルク変動を抑制することができる。また、気筒間の吸気量差が低減されるので、排気エミッションの改善も図ることができる。

#### 【0064】

そして上記のようなバルブリフト量の制御範囲を制限することによってトルク変動を低減する方法は、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正することによってトルク変動を低減する方法に比べて、どの気筒でどの程度のトルクの過不足が生じているかを特定する必要がないために容易であり、また燃料噴射量や点火時期の誤補正が生じないために確実である。

#### 【0065】

次に図6を参照しつつ、トルク変動の低減及び排気エミッションの悪化抑制を図るためにバルブリフト量の制御範囲に対する制限を決定する別の方法について説明する。図6は、この方法を実施するための制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンはECU22により一定時間毎の割込みによって実施される。本制御ルーチンがスタートすると、まずステップ201において、その時の機関回転数及びバルブリフト量における気筒間の吸気量差の推定が行われる。ここで気筒間の吸気量差は、図4の制御ルーチンのステップ103に関連して説明したような方法によって推定される。

#### 【0066】

ステップ201で気筒間の吸気量差の推定が行われると、ステップ203に進み、バルブリフト量の下限値を決定するためのマップの選定が行われる。ここでのマップの選定は、ステップ201で気筒間の吸気量差の推定を行った時の機関回転数に基づいて行われる。これは気筒間の吸気量差が機関回転数の影響を受けるため、同じ吸気量差であってもそれらを推定した時の機関回転数が異なれば、その吸気量差の持つ意味（すなわち、その吸気量差が示している異常の程度）は異なることになるので、気筒間の吸気量差からバルブリフト量の下限値を決定する際には機関回転数を考慮する必要があるからである。

#### 【0067】

選定されるマップは例えば図7に示したようなものである。これは各機関回転数に対応して事前に作成されるものであるが、想定される運転条件において気筒間の吸気量差が、許容できるトルク変動及び排気エミッションの範囲に対応する吸気量差の許容範囲内になるようとするバルブリフト量の下限値を示すものである。図7に示したマップは、気筒間の吸気量差の推定を行った時の機関回転数がRであった場合のものであり、横軸が気筒間の吸気量差の推定を行った時のバルブリフト量、縦軸がステップ201で推定された気筒間の吸気量差である。曲線a、b、c、dはそれぞれ、同じバルブリフト量下限値となる点を結んだものであり、曲線aのバルブリフト量下限値が一番小さく、b、c、dと次第に大きくなる。すなわち、図7に示したマップ上には、バルブリフト量の制御範囲の下限値が、バルブリフト量が同じ場合には推定された上記吸気量差が大きいほど大きくなるように設定され、同じ吸気量差に対してはその吸気量差を推定した時のバルブリフト量が大きいほど大きくなるように設定されている。これはバルブリフト量が小さくなるほど上記気筒間の吸気量差が生じ易いためである。このようなマップを適切に作成することにより、気筒間の吸気量差を許容範囲内にするためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限が適切に決定され得る。

#### 【0068】

ステップ203でマップが選定されるとステップ205に進み、ステップ203で選定したマップに基づいて上記バルブリフト量の下限値が決定される。そして、ステップ205においてバルブリフト量の下限値が決定されると、その後の吸気量の制御においてバルブリフト量の制御範囲が上記下限値以上に制限されることになる。なお、上述したように、バルブリフト量の制御範囲が制限されてもスロットル弁56による吸気圧制御との協調制御によって吸気量制御は問題なく実施され得る。

#### 【0069】

以上のように、この方法によれば、推定された上記吸気量差と、その吸気量差を推定した時の機関回転数及びバルブリフト量を考慮してバルブリフト量の制御範囲に対する制限が決定されるので、上記吸気量差が推定された時の機関回転数やバルブリフト量にかかわらず、その吸気量差の持つ意味（すなわち、その吸気量差が示している異常の程度）を正確に反映して上記制御範囲の制限を決定することができる。つまり、この方法によれば、任意の機関回転数及び任意のバルブリフト量の時に上記吸気量差を推定して、上記制御範囲の制限を決定することができる。なお、他の実施形態では、上記気筒間の吸気量差の推定を実施する際の機関回転数とバルブリフト量の何れかを特定し、使用するマップの数の減少を図ってもよい。

#### 【0070】

また、この方法によっても、実際に生じている気筒間の吸気量差、すなわちそれに起因するトルク変動及び排気エミッションの程度に応じてバルブリフト量の制御範囲を制限することができる。そしてこれにより、排気エミッションの悪化を招かず、且つ開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持しつつ気筒間の吸気量差に起因して発生するトルク変動を抑制することができると共に、気筒間の吸気量差に起因する排気エミッション悪化の低減を図ることができる。更に、この方法も図4を参照しつつ説明した方法と同様、バルブリフト量の制御範囲を制限することによってトルク変動を低減するものであるので、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正することによってトルク変動を低減する場合に比べて、トルク変動を容易且つ確実に低減することができる。

## 【0071】

次に、本発明の他の実施形態について説明する。この実施形態は上述した実施形態と共通する部分を多く有しており、共通する部分については原則として説明を省略する。この実施形態は図1及び図2に示された構成によって実施され得る。この実施形態では、上述した他の実施形態における開弁特性の制御範囲の制限が、開弁特性の制御の際に目標開弁特性を所定補正量だけ補正することによって行われる。

## 【0072】

すなわち、開弁特性としてバルブリフト量を例にとると、この実施形態では、気筒間の吸気量差がある場合には目標バルブリフト量が所定補正量だけ大きくなるように補正されるようになっている。そしてこれにより、バルブリフト量が通常時よりも大きなバルブリフト量に制御されることになるので、上述の他の実施形態において制御範囲の下限値が大きくなるように変更したのとほぼ同様の効果を得ることができる。すなわち、排気エミッションの悪化を招かず気筒間の吸気量差に起因して発生するトルク変動を抑制すること及び気筒間の吸気量差に起因する排気エミッション悪化の低減を図ることが可能となる。

## 【0073】

以下、この実施形態についてより詳細に説明する。なお、ここでも開弁特性としてバルブリフト量を用いて説明するが、本実施形態においてもバルブリフト量と作用角には一定の関係があり、作用角についても同様に考えることができる。

## 【0074】

図8は、この実施形態におけるバルブリフト量を制御する方法について説明するためのフローチャートである。このフローチャートで示される制御ルーチンはECU22により一定時間毎の割り込みによって実施される。本制御ルーチンがスタートすると、まずステップ301において、気筒間の吸気量差Dの推定を行う条件が成立しているか否かが判定される。そして、上記条件が成立していないと判定された場合には本制御ルーチンは終了し、上記条件が成立していると判定された場合にはステップ303に進んで、気筒間の吸気量差Dの推定がなされる。これらステップ301及び303における制御内容は、図4の制御ルーチンのステップ101及び103の制御内容と同様である。

## 【0075】

ステップ303において気筒間の吸気量差Dが求められると、ステップ305に進む。ステップ305では、ステップ303で求められた吸気量差Dが、予め定められた基準吸気量差SDと比較される。そして、上記吸気量差Dが上記基準吸気量差SD未満であれば、気筒間の吸気量差は許容範囲内にあってばらつきはないと判定してステップ307に進む。一方、上記吸気量差Dが上記基準吸気量差SD以上であれば、気筒間の吸気量差が許容範囲内になくばらつきがあると判定してステップ309に進む。

## 【0076】

ここで、上記基準吸気量差SDは、ステップ301の吸気量差推定実施条件が成立している場合において推定される気筒間吸気量差Dと比較して、他の運転条件の場合も含め、その内燃機関の気筒間吸気量差が許容範囲内にあるか否か（すなわち、ばらつきの有無）を判定するための基準値として予め定められるものである。この基準吸気量差SDは、上記吸気量差推定実施条件が異なれば、異なる値とされ、例えば、上記吸気量差推定実施条件のバルブリフト量が大きいほど、大きな値となる傾向がある。

## 【0077】

ステップ305において、気筒間の吸気量差にばらつきはないと判定されステップ307に進んだ場合には、目標バルブリフト量LMに対する補正是行わないこととされる。すなわち、この場合には、通常通り、内燃機関の運転状態等から求められる目標バルブリフト量LMbをそのまま用いてバルブリフト量の制御が実施される。

## 【0078】

一方、ステップ305において気筒間の吸気量差にばらつきがあると判定されステップ309に進んだ場合には、内燃機関の運転状態等から通常求められる目標バルブリフト量LMbに対して補正が行われ、補正後の目標バルブリフト量を用いてバルブリフト量の制

御を行うようにされる。すなわち、ここでは、通常の目標バルブリフト量LMbに一定の補正量Cを加えて目標バルブリフト量LMが補正される。つまり、これによって目標バルブリフト量LMは補正量Cだけ大きくなるように補正される。その結果、バルブリフト量が通常時よりも大きなバルブリフト量で制御されることになり、上述した実施形態において制御範囲の下限値が大きくなるように変更したのとほぼ同様の効果を得ることができる。なお、この場合、目標バルブリフト量LMの上限値を予め定めておき、もとの目標バルブリフト量LMbが大きく、補正量Cを加えると上記上限値を超えてしまう場合には、目標バルブリフト量LMが上記上限値になるようにしておくことが好ましい。

#### 【0079】

次に、バルブリフト量を制御する他の方法について説明する。図9はこの方法を説明するためのフローチャートである。このフローチャートで示される制御ルーチンはECU2により一定時間毎の割り込みによって実施される。本制御ルーチンがスタートすると、ステップ401、403と進むが、本制御ルーチンのステップ401及び403における制御内容は、図4の制御ルーチンのステップ101及び103、または、図8の制御ルーチンのステップ301及び303の制御内容と同様であるので、ここでは説明を省略する。

#### 【0080】

本制御ルーチンでは、ステップ403において気筒間の吸気量差Dが求められると、ステップ405に進み、目標バルブリフト量LMに対する補正量Xが上記吸気量差Dに応じて決定される。すなわち、この補正量Xの決定には、例えば図10に示されたようなマップが使用される。図10のマップは、ステップ401の吸気量差推定実施条件が成立している場合において推定される気筒間吸気量差Dと、その気筒間吸気量差Dが求められた場合に適切な補正量Xとを対応させたものであり、事前に作成しておく。図10の例では、求められた気筒間吸気量差Dが大きいほど、補正量Xが大きくなるようにされている。また、このマップは上記吸気量差推定実施条件が異なれば、異なるものが用いられることがある。

#### 【0081】

ステップ405で、補正量Xが決定されるとステップ407に進み、内燃機関の運転状態等から通常求められる目標バルブリフト量LMbを補正量Xだけ補正した目標バルブリフト量（補正後の目標バルブリフト量）を用いてバルブリフト量の制御が行われるようになる。すなわち、この場合、通常の目標バルブリフト量LMbにステップ405で求められた補正量Xを加えることで目標バルブリフト量LMが補正される。そして、これによって目標バルブリフト量LMは補正量Xだけ大きくなるように補正される。この結果、バルブリフト量が通常時よりも大きなバルブリフト量で制御されることになり、先述した実施形態において制御範囲の下限値が大きくなるように変更したのとほぼ同様の効果を得ることができる。また、この方法では補正量Xの大きさは気筒間空気量差Dの大きさに応じて決定されるので、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持することができる。なお、この場合にも目標バルブリフト量LMの上限値を予め定めておき、もとの目標バルブリフト量LMbが大きく、補正量Xを加えると上記上限値を超える場合には、目標バルブリフト量LMが上記上限値になるようにしておくことが好ましい。

#### 【0082】

次に、バルブリフト量を制御する更に他の方法について説明する。図11はこの方法を説明するためのフローチャートである。このフローチャートで示される制御ルーチンはECU22により一定時間毎の割り込みによって実施される。本制御ルーチンは、基本的に図8の制御ルーチンと同じである。すなわち、本制御ルーチンのステップ501、503、505及び507における制御内容は、図8の制御ルーチンのステップ301、303、305及び307の制御内容とそれぞれ同様であり、ここでは説明を省略する。

#### 【0083】

そして本制御ルーチンにおいても、ステップ305に対応するステップ505で気筒間

の吸気量差Dが基準吸気量差SD以上であると判定された場合、すなわち吸気量差Dが許容範囲内なくばらつきがあると判定された場合には、ステップ309に対応するステップ509に進み、内燃機関の運転状態等から通常求められる目標バルブリフト量LMbを補正してその補正後の目標バルブリフト量を用いてバルブリフト量の制御が行われるようになる。但し、この方法においては、この補正に用いられる補正量Yが補正前の目標バルブリフト量LMbに応じて決定されるようになっている。

#### 【0084】

すなわち、この補正量Yは、例えば図12に示すようなマップを用いて決定される。図12のマップは、内燃機関の運転状態等から通常求められる目標バルブリフト量（すなわち、補正前の目標バルブリフト量）LMbと、その補正前の目標バルブリフト量LMbに対して適切な補正量Yとを対応させたものであり、事前に作成しておく。図12の例では、補正前の目標バルブリフト量LMbが大きいほど、補正量Yが小さくなるようにされている。これは、バルブリフト量が比較的大きい場合には、吸気量差が大きくても、その吸気量差の要因としての弁部分に関する組み付け公差や機差、あるいは弁部分の摩耗やデボジット付着の影響は小さいと考えられるからであり、このようにすることで必要以上に開弁特性の制御範囲を制限することを抑制することが可能となる。

#### 【0085】

以上の説明からも明らかなように、この方法においてステップ509に進み目標バルブリフト量LMを補正してバルブリフト量の制御が行われる場合には、バルブリフト量の制御の際に、内燃機関の運転状態等から通常通り目標バルブリフト量LMbが求められた後、図12のようなマップに基づいて、その目標バルブリフト量LMbに対応する補正量Yが求められ、その補正量Yをもとの目標バルブリフト量LMbに加えて目標バルブリフト量LMが補正される。そして、この補正後の目標バルブリフト量を用いてバルブリフト量の制御が実施される。

#### 【0086】

このようにすることによって、バルブリフト量が通常時よりも大きなバルブリフト量に制御されるようにすることができ、先述した実施形態において制御範囲の下限値が大きくなるように変更したのとほぼ同様の効果を得ることができる。また、この方法では補正量Yの大きさが補正前の目標バルブリフト量LMbに応じて決定されるので、補正量Yを求めるマップを適切に設定することで必要以上にバルブリフト量の制御範囲を制限することを抑制し、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持することができる。

#### 【0087】

次に、バルブリフト量を制御する更に他の方法について説明する。図13はこの方法を説明するためのフローチャートである。このフローチャートで示される制御ルーチンはECU22により一定時間毎の割り込みによって実施される。本制御ルーチンは、基本的に図9の制御ルーチンと同じである。すなわち、本制御ルーチンのステップ601及び603における制御内容は、図9の制御ルーチンのステップ401及び403の制御内容とそれ同様であり、ここでは説明を省略する。

#### 【0088】

本制御ルーチンにおいて、ステップ403に対応するステップ603で気筒間の吸気量差Dが求められると、ステップ605に進み、そこで目標バルブリフト量LMに対する補正量Zを求めるためのマップが選定される。すなわち、この方法では、例えば図14にZ1、Z2、Z3で示されていれるようなマップが予め作成されており、ステップ605においてこのような複数のマップから上記吸気量差Dに応じて一つのマップが選定される。

#### 【0089】

図14に示される各マップは、基本的に図12に示されたマップと同様のものであり、内燃機関の運転状態等から通常求められる目標バルブリフト量LMbと、その補正前の目標バルブリフト量LMbに対して適切な補正量Zとを対応させたものである。そして、各マップはZ1、Z2、Z3と進むにしたがってより大きな気筒間の吸気量差Dが推定され

た場合に適切な補正量Zを提供するようにされている。したがって、図14に示されたマップの例では、ステップ603で推定された気筒間の吸気量差Dが大きいほど、Z3側のマップが選定されることになる。なお、ここではZ1～Z3という三つのマップから選定する場合を例にとって説明したが、二つまたは四つ以上のマップを用いるようにしてもよい。そして何れの場合においても、ステップ603で推定された気筒間の吸気量差Dが大きいほど、大きな補正量Zが得られるマップが選定されるようにされる。

#### 【0090】

ステップ605において補正量Zを求めるためのマップが選定されると、ステップ607に進み、ステップ605で選定されたマップを用いて目標バルブリフト量LMを補正してバルブリフト量の制御を行うようにされる。すなわち、この方法において目標バルブリフト量LMを補正してバルブリフト量の制御が行われる場合には、バルブリフト量の制御の際に、内燃機関の運転状態等から通常通り目標バルブリフト量LMbが求められた後、ステップ605で選定されたマップに基づいて、その目標バルブリフト量LMbに対応する補正量Zが求められ、その補正量Zをもとの目標バルブリフト量LMbに加えて目標バルブリフト量LMが補正される。そして、この補正後の目標バルブリフト量を用いてバルブリフト量の制御が実施される。

#### 【0091】

このようにすることによって、バルブリフト量が通常時よりも大きなバルブリフト量に制御されるようにすることができる、先述した実施形態において制御範囲の下限値が大きくなるように変更したのとほぼ同様の効果を得ることができる。また、この方法では補正量Zの大きさが気筒間の吸気量差D及び補正前の目標バルブリフト量LMbに応じて決定されるので、必要以上にバルブリフト量の制御範囲を制限することを抑制し、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保持することができる。

#### 【0092】

なお、上述した実施形態では、バルブリフト量変更装置9が吸気弁2側のみに設けられているが、他の実施形態においてはバルブリフト量変更装置が排気弁3側に設けられてもよいし、吸気弁2側および排気弁3側の両方に設けられてもよい。そして、この場合、排気弁についても作用角やバルブリフト量が小さくなると気筒内の残留排気ガスが多くなるために吸気量が減り、作用角やバルブリフトが小さいほど気筒間の吸気量差が生じ易いと考えられることから、排気弁に対して上述した実施形態の吸気弁の場合と同様の手法を適用することで、より一層のトルク変動の低減を図ることが可能であると考えられる。

#### 【0093】

また、上述した実施形態では、開弁特性である作用角とバルブリフト量に一定の関係があったが、他の実施形態では作用角とバルブリフト量とを互いに独立に変更するようにしても良く、作用角のみもしくはバルブリフト量のみを変更しても良い。

#### 【0094】

ところで、上述した各実施形態のように、トルク変動の低減等を目的としてバルブリフト量（及び／または作用角）が大きくなるように補正されると、それに伴って吸気弁と排気弁が共に開いている期間（バルブオーバーラップ）の長さが長くなる場合がある（図15参照）。そして、このようにバルブオーバーラップの長さが長くなると、吸気量（燃焼室内に吸入される新気量）はバルブリフト量（及び／または作用角）と吸気圧との協調制御によって目標吸気量へと制御されても、燃焼室内に残留する既燃ガスの量（内部EGRガス量）が増加して燃焼が悪化し、トルク変動の悪化及び失火が起こる場合がある。またバルブリフト量（及び／または作用角）の補正に伴ってバルブオーバーラップの時期が変化することも考えられ、この場合には上述の残留既燃ガス量の増加によるトルク変動の悪化や失火の他、残留既燃ガス量の減少による燃費悪化が生じる場合もある。

#### 【0095】

そこで、次にこのような問題が発生するのを抑制するようにした実施形態について説明する。なお、ここでも開弁特性としてバルブリフト量を用いて説明するが、以下で説明する実施形態においてもバルブリフト量と作用角には一定の関係があり、作用角についても

同様に考えることができる。

【0096】

図16はこの実施形態の概略構成図である。図16の構成は基本的に図1に示された構成と同じであり、共通する部分については原則として説明を省略する。図16に示した構成を図1に示した構成と比較すると、図16の構成には、吸気弁2に開閉タイミングを変更せしめる開閉タイミング変更装置10が設けられている点で異なっている。また、図16の構成には吸気弁2の開閉タイミングを検出するための開閉タイミングセンサ23も設けられている。

【0097】

このような構成によって、本実施形態においては吸気弁2のバルブリフト量を変更できると共に、その開閉タイミングも変更することができる。そして、このことを利用して本実施形態では、バルブリフト量が補正された場合におけるバルブオーバーラップの長さ及び時期が、バルブリフト量を補正する前のバルブオーバーラップの長さ及び時期に近づくまたは一致するようにされる。

【0098】

より具体的には、目標バルブリフト量の補正量が決定された時に、その補正量（または補正後の目標バルブリフト量）に応じて、補正後の目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さ及び時期が、補正前の目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さ及び時期に近づくまたは一致する開閉タイミングが求められ、目標バルブリフト量を補正したバルブリフト量制御を実施するのと同時に開閉タイミングもその求められた開閉タイミングに変更するようにする。

【0099】

図17は、このようにしてバルブリフト量を補正し、開閉タイミングを変更した場合の一例について示している。図17に示した例では、吸気弁2のバルブリフト量の補正とともに開閉タイミングが遅角され、補正後のバルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さ及び時期が、補正前のバルブリフト量である場合におけるバルブオーバーラップの長さ及び時期と一致するようにされている。

【0100】

この例からも明らかなように、本実施形態のように排気弁3のバルブリフト量及び開閉タイミングが固定されている場合、吸気弁2の開閉タイミングを適切に設定することで、補正後のバルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さと時期の両方を、補正前のバルブリフト量である場合と一致させることができる。

そして、このようにすることによって、目標バルブリフト量を補正してバルブリフト量制御を実施することによってバルブオーバーラップの長さ及び時期が変化せしめられ、残留既燃ガス量が変化して生じ得る上述したような不都合（トルク変動の悪化等）の発生を抑制することができる。

【0101】

なお、以上では開閉タイミング変更装置10が吸気弁2に設けられている場合を説明したが、開閉タイミング変更装置が排気弁3に設けられている場合においても、排気弁3の開閉タイミングを適切に設定することで、吸気弁2のバルブリフト量を補正した場合におけるバルブオーバーラップの長さを、バルブリフト量を補正する前と一致させることができる。そしてこの場合にも、目標バルブリフト量を補正してバルブリフト量制御を実施することによってバルブオーバーラップの長さが変化せしめられ残留既燃ガス量が変化して生じ得るトルク変動の悪化等を抑制することができる。

【0102】

また、他の実施形態では、バルブリフト量が補正された場合におけるバルブオーバーラップの長さが、バルブリフト量を補正する前のバルブオーバーラップの長さよりも短くなるようにして、上記のような目標バルブリフト量を補正してバルブリフト量制御を実施することによって残留既燃ガス量が変化して生じ得るトルク変動等の不都合をより確実に抑制するようにしてもよい。

すなわち、上述したように吸気量（燃焼室内に吸入される新気量）が開弁特性であるバルブリフト量と吸気圧との協調制御によって制御されている場合において、バルブリフト量の制御の際に目標バルブリフト量が大きくなるように補正される場合、同じ目標吸気量を維持するためには、例えばスロットル弁を閉側に制御する等して吸気圧を低減する必要がある。そしてこのように吸気圧を低減すると、その影響で、バルブオーバーラップの長さをバルブリフト量を補正する前のバルブオーバーラップの長さと同じにしても上記残留既燃ガス量が増加する恐れがある。つまり、吸気圧が低下した分だけ既燃ガスが燃焼室内に残留し易くなるのである。

#### 【0103】

したがって、このような場合には、バルブリフト量が補正された場合におけるバルブオーバーラップの長さが、バルブリフト量を補正する前のバルブオーバーラップの長さよりも短くなるようにして、吸気圧が低下することによって残留既燃ガス量が増加するのを抑制することが好ましい。

#### 【0104】

より具体的には、目標バルブリフト量の補正量が決定された時に、その補正量（または補正後の目標バルブリフト量）に応じて、補正後の目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さが、補正前の目標バルブリフト量とした場合におけるバルブオーバーラップの長さよりも短くなる開閉タイミングが求められ、目標バルブリフト量を補正したバルブリフト量制御を実施するのと同時に開閉タイミングもその求められた開閉タイミングに変更するようにする。

#### 【0105】

そしてこのようにすることによって、吸気圧が低下することによって残留既燃ガス量が増加するのを抑制することができるので、吸気量を目標吸気量としつつ、目標バルブリフト量を補正してバルブリフト量制御を実施することによって残留既燃ガス量が変化して生じ得るトルク変動等の不都合をより確実に抑制することができる。

#### 【0106】

また、この場合、上記バルブオーバーラップの長さを短くする程度は、上記目標バルブリフト量を補正してバルブリフト量の制御を行うようにすることによって吸気量制御のために必要となる吸気圧変化（吸気圧低下）の大きさに応じて設定されるようにするのが好ましい。これは上記既燃ガスが燃焼室内に残留し易くなる程度が上記目標バルブリフト量を補正してバルブリフト量の制御を行うようにすることによって吸気量制御のために必要となる吸気圧変化（吸気圧低下）の大きさに応じて決まると考えられるためである。

#### 【0107】

したがって、このようにすることによって、上記目標バルブリフト量に対する補正を行ってバルブリフト量の制御を行っている場合の残留既燃ガス量を上記目標バルブリフト量に対する補正を行わずにバルブリフト量の制御を行っている場合の残留既燃ガス量に近づける、または一致させることができる。そしてこれにより、上記バルブリフト量の制御の際に目標バルブリフト量を所定補正量だけ大きくなるように補正することによって起こり得るトルク変動等の不都合をより確実に抑制することができると共に、必要以上にバルブリフト量を短くしてポンプ損失が増加してしまう等の不都合が発生するのを抑制することができる。

#### 【0108】

また、更に別の実施形態においては、開閉タイミング変更装置が吸気弁2と排気弁3の両方に設けられていてもよい。この場合には、バルブオーバーラップの長さ及び時期を変更することができるので、バルブリフト量の補正に伴って、補正後のバルブオーバーラップの長さ及び時期を燃費やトルク変動等を考慮して最適になるように再設定するようにしてもよい。

#### 【0109】

すなわち、バルブリフト量の補正量が決定された時に、その補正量（または補正後のバルブリフト量）に応じて、バルブリフト量が補正された場合におけるバルブオーバーラップ

の長さ及び時期を燃費やトルク変動等を考慮して最適にする吸気弁2及び排気弁3のそれぞれの開閉タイミングが求められ、バルブリフト量を補正するのと同時に開閉タイミングもその求められた開閉タイミングに変更するようになる。そしてこのようにすれば、バルブリフト量の補正に伴って燃費やトルク変動の改善を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0110】

【図1】図1は、本発明の内燃機関の制御装置の一実施形態の概略構成図である。

【図2】図2は、図1に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の平面図である。

【図3】図3は、バルブリフト量変更装置が作動されるのに伴って吸気弁のバルブリフト量が変化する様子を示した図である。

【図4】図4は、トルク変動を低減するためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限を決定する方法を示すフローチャートである。

【図5】図5は、図4のフローチャートで示された方法で使用されるバルブリフト量の制御範囲の下限値を決定するためのマップである。

【図6】図6は、トルク変動を低減するためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限を決定する別の方法を示すフローチャートである。

【図7】図7は、図6のフローチャートで示された方法で使用されるバルブリフト量の制御範囲の下限値を決定するためのマップである。

【図8】図8は、本発明の一実施形態におけるバルブリフト量を制御する方法について説明するためのフローチャートである。

【図9】図9は、バルブリフト量を制御する他の方法について説明するためのフローチャートである。

【図10】図10は、図9のフローチャートを用いて説明された方法で使用される補正量Xを決定するためのマップである。

【図11】図11は、バルブリフト量を制御する更に他の方法について説明するためのフローチャートである。

【図12】図12は、図11のフローチャートを用いて説明された方法で使用される補正量Yを決定するためのマップである。

【図13】図13は、バルブリフト量を制御する更に他の方法について説明するためのフローチャートである。

【図14】図14は、図13のフローチャートを用いて説明された方法で使用される補正量Zを決定するためのマップである。

【図15】図15は、吸気弁のバルブリフト量を補正することによってバルブオーバーラップの長さ等が変化する様子を示した図である。

【図16】図16は、本発明の内燃機関の制御装置の他の実施形態の概略構成図である。

【図17】図17は、図16に示した構成を有する実施形態において、吸気弁のバルブリフト量を補正すると共に開閉タイミングを変更した場合について示した図である。

#### 【符号の説明】

##### 【0111】

1 …内燃機関本体

2 …吸気弁

3 …排気弁

8 …気筒内の燃焼室

9 …バルブリフト量変更装置

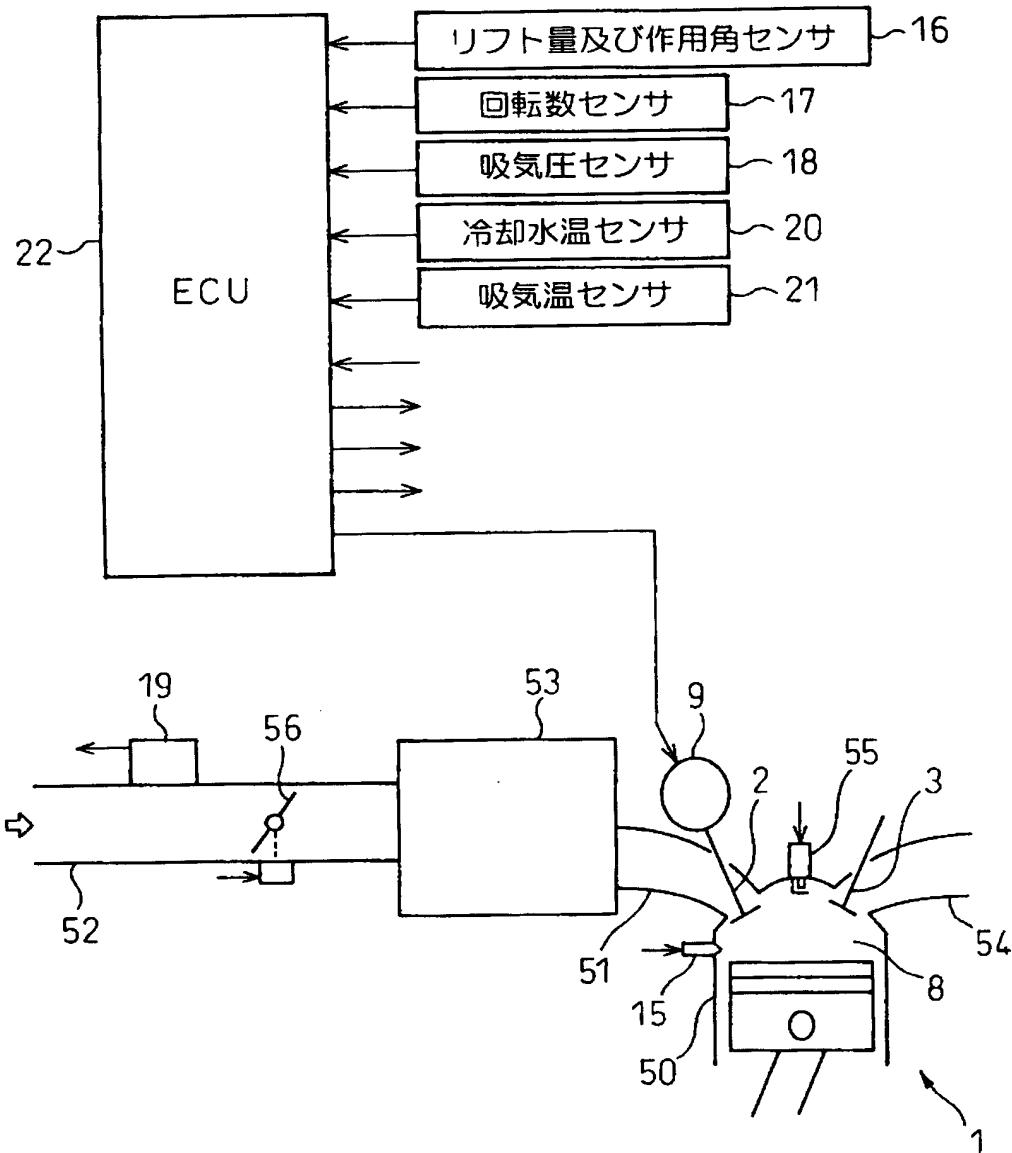
10 …開閉タイミング変更装置

56 …スロットル弁

57 …空燃比センサ

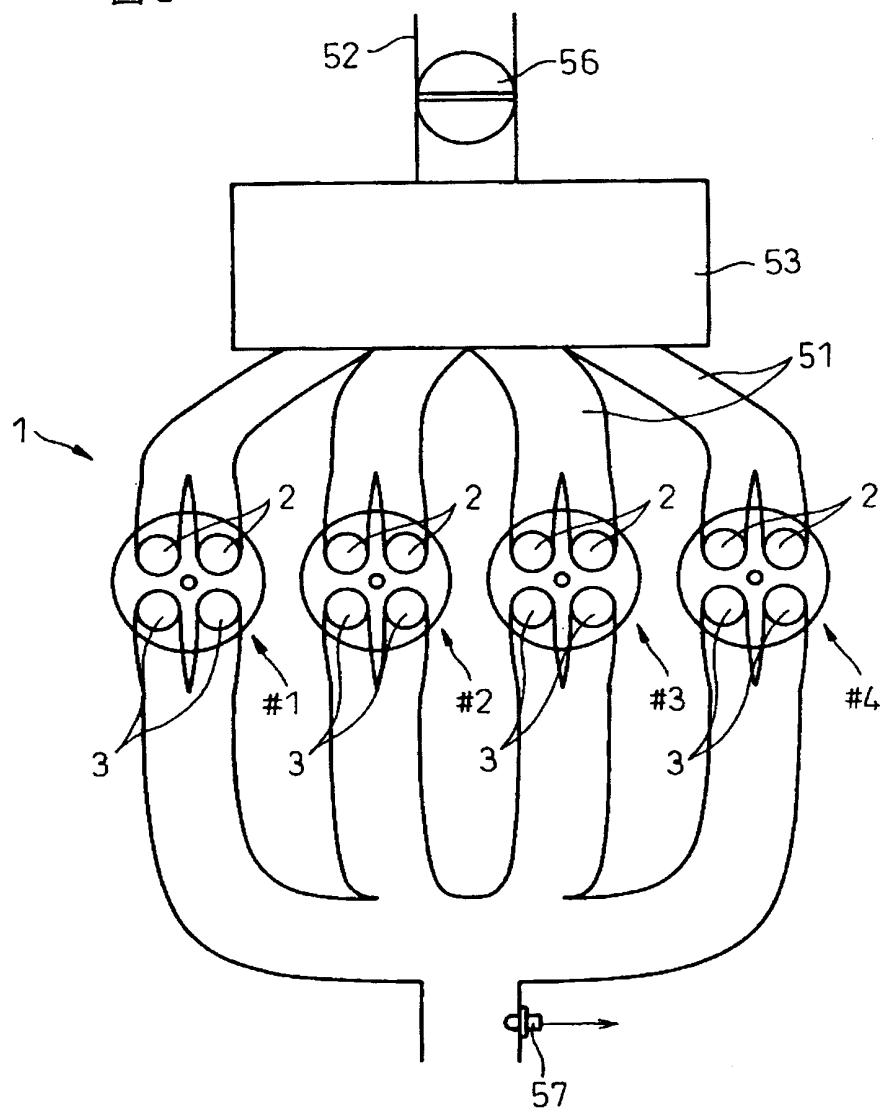
【書類名】図面  
【図 1】

図 1



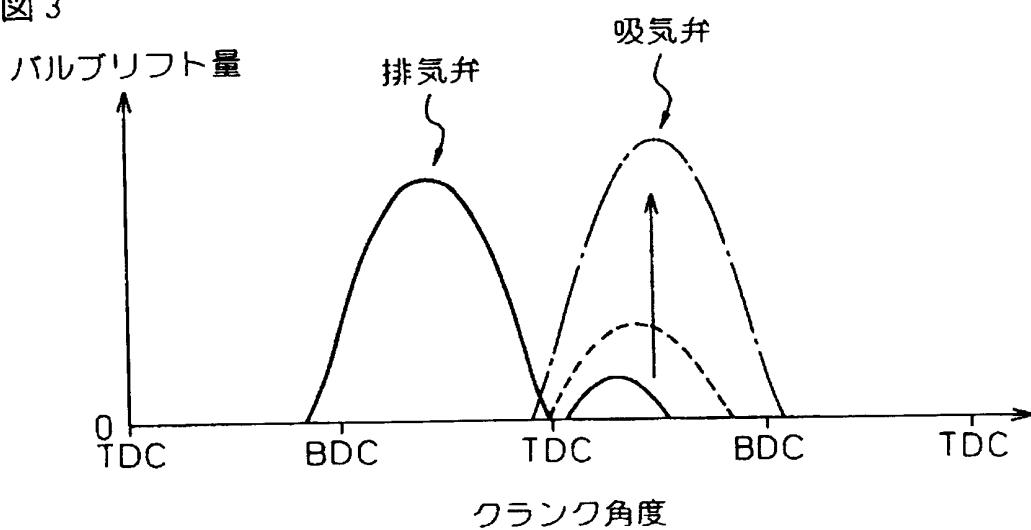
【図2】

図2



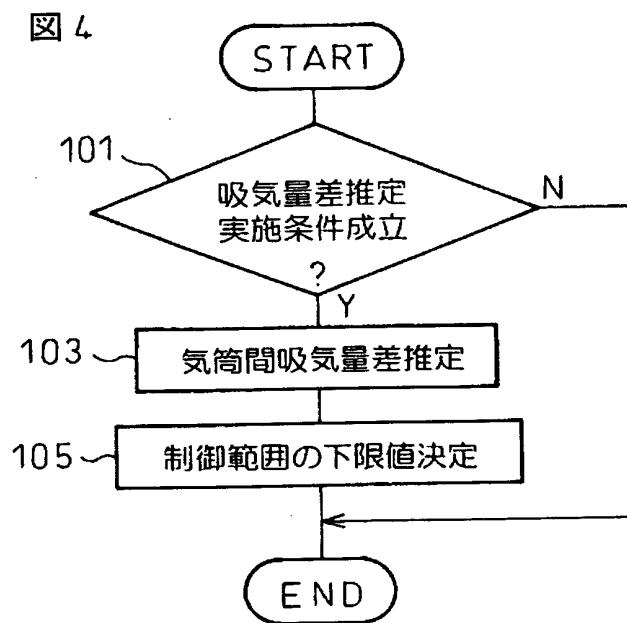
【図3】

図3



【図4】

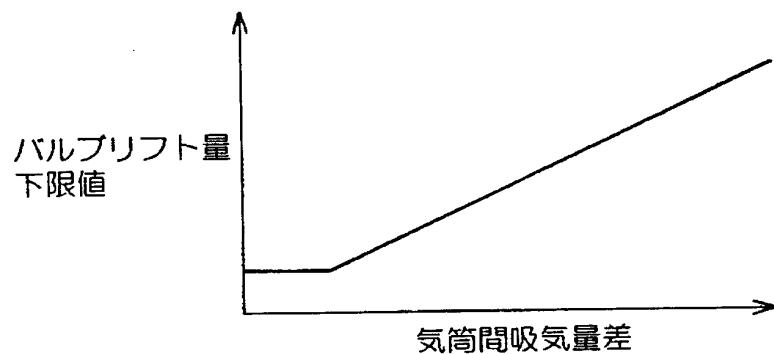
図4



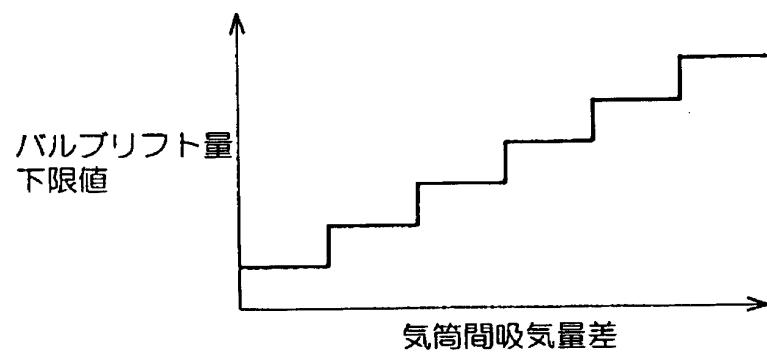
【図5】

図5

(a)

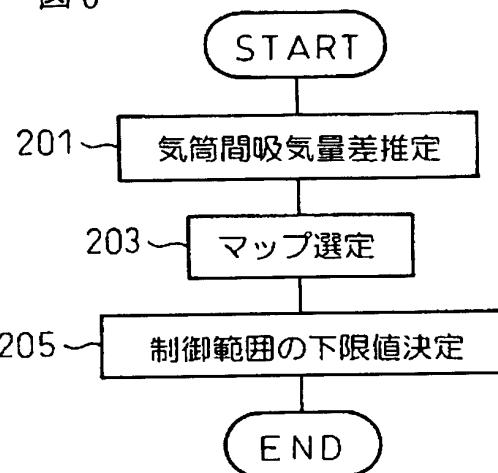


(b)



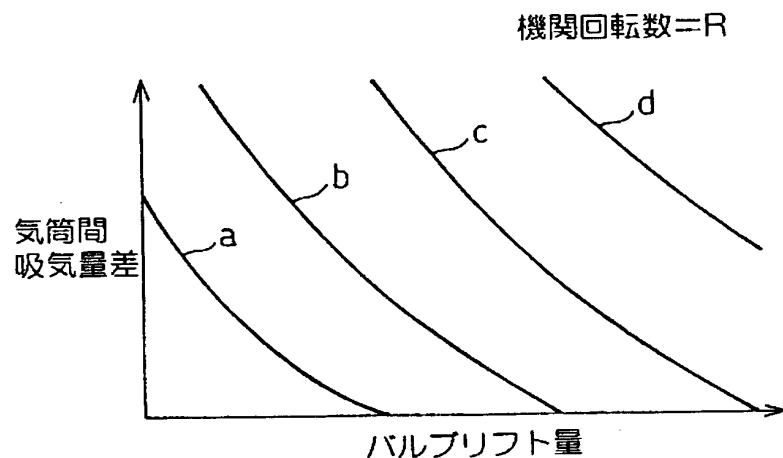
【図 6】

図 6



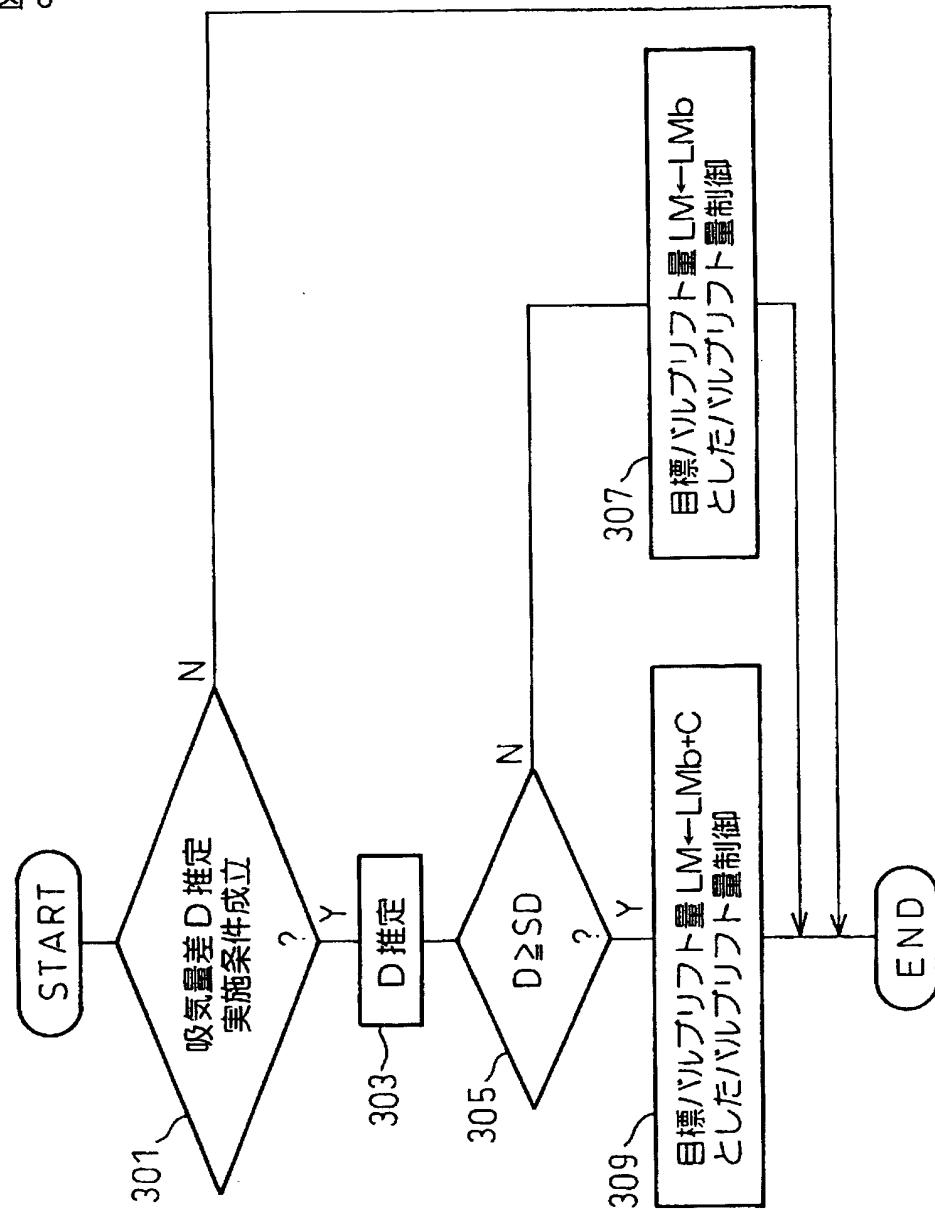
【図 7】

図 7



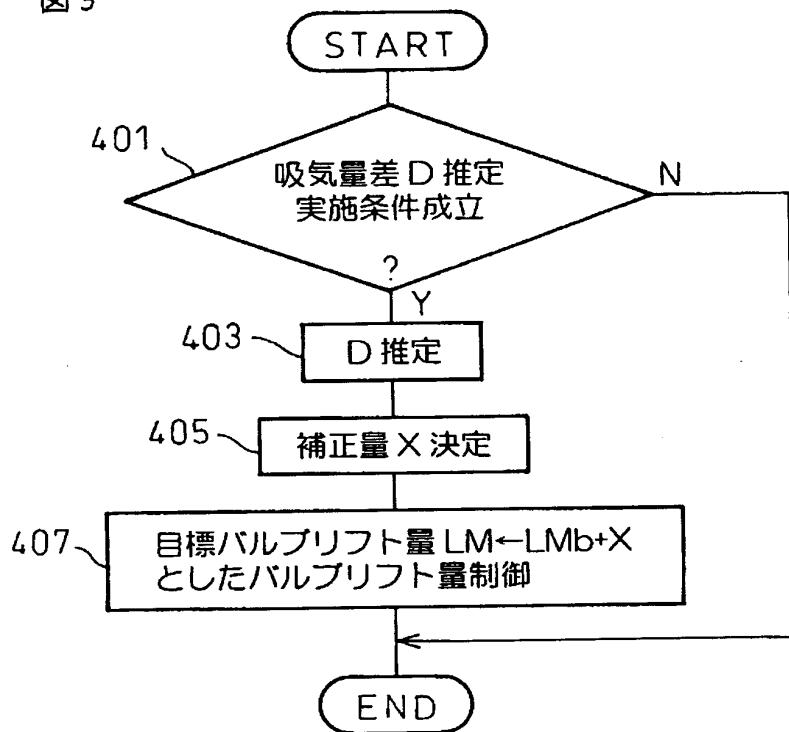
【図 8】

図 8



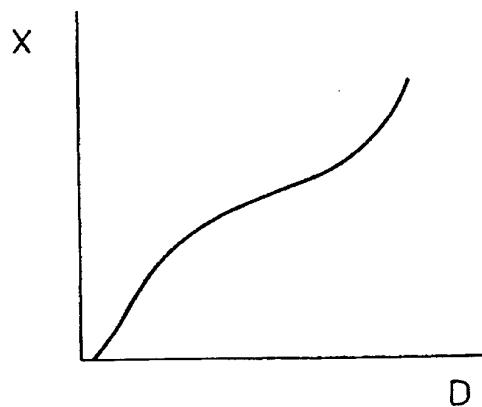
【図9】

図9



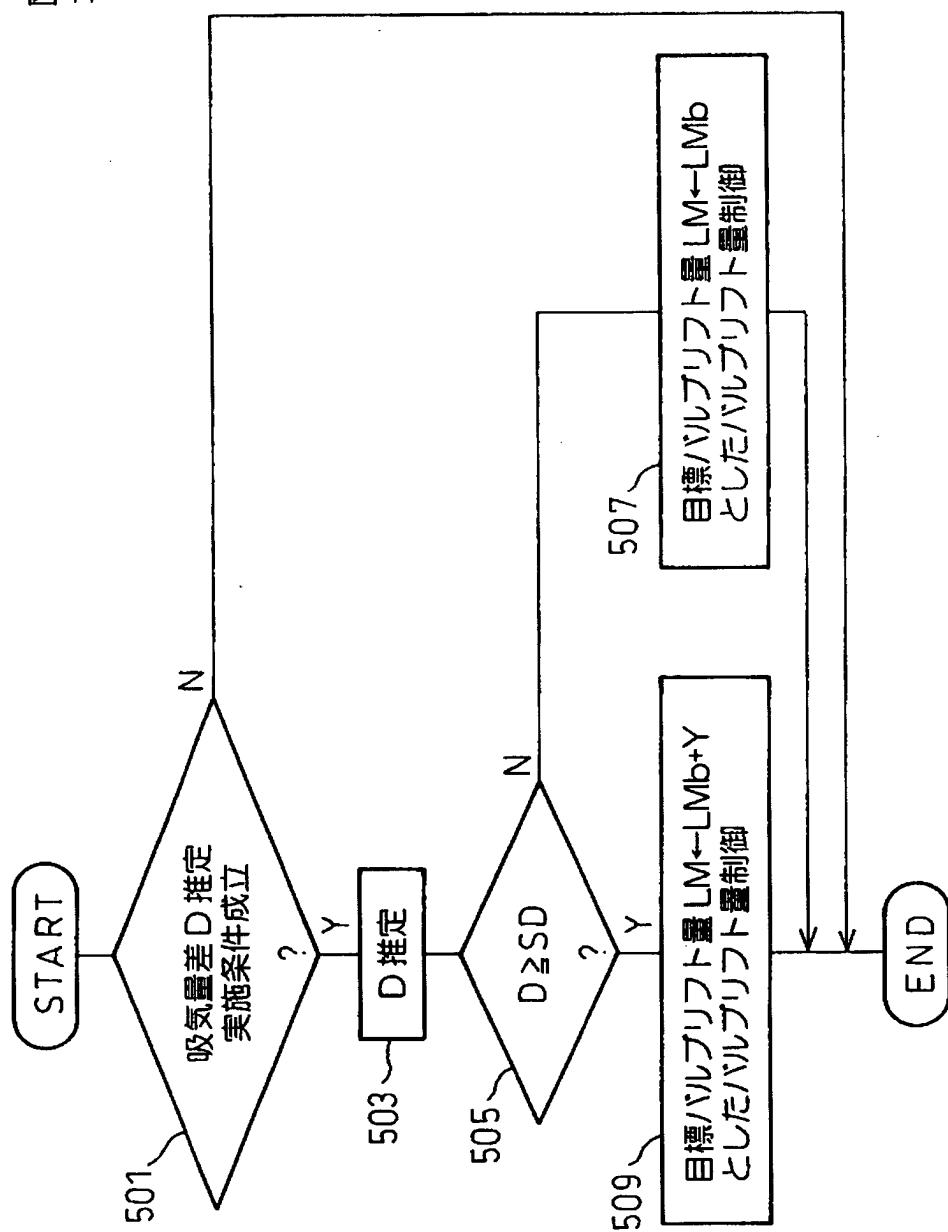
【図10】

図10



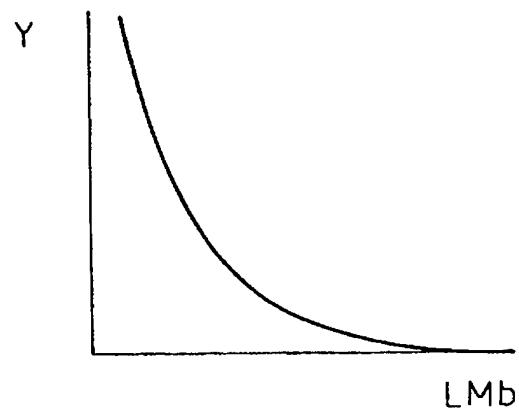
【図11】

図11



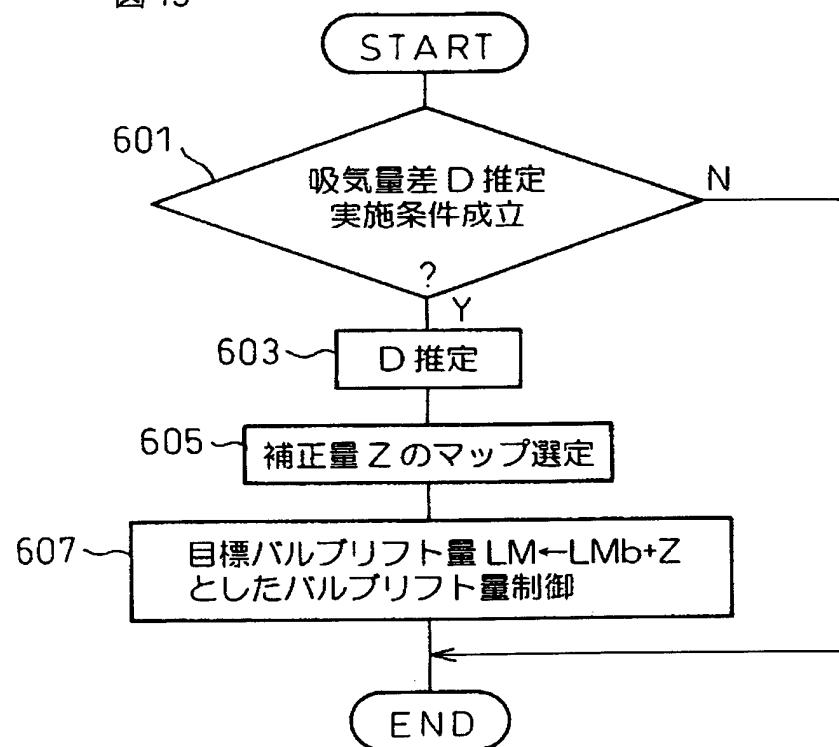
【図12】

図12



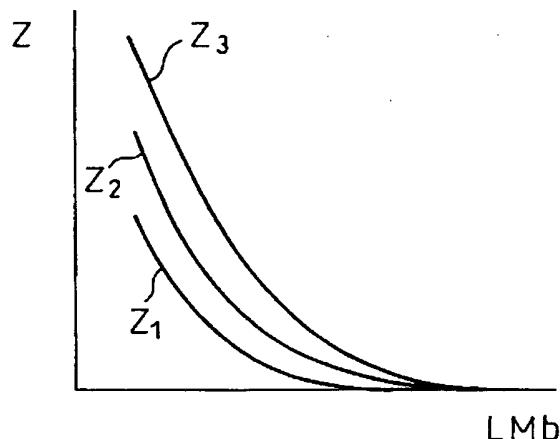
【図13】

図13



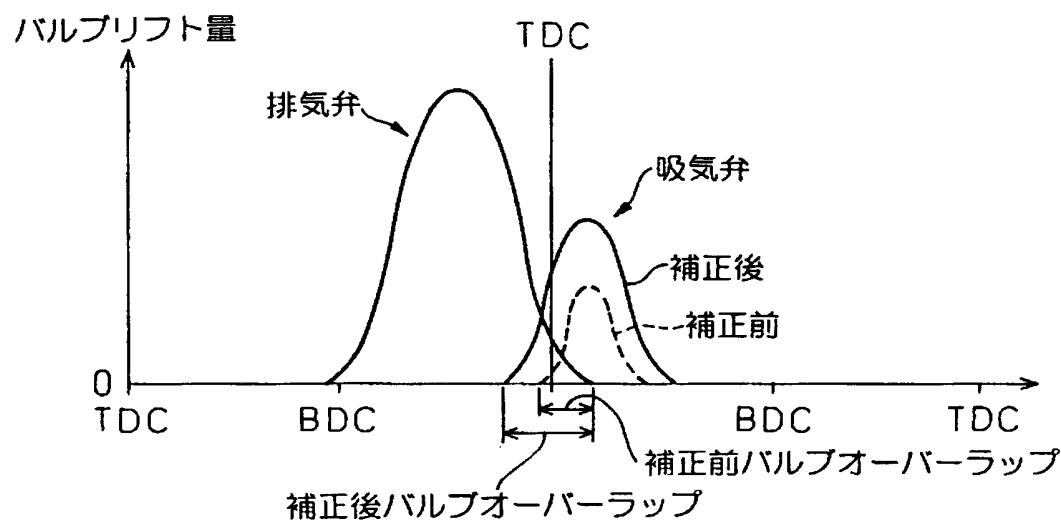
【図14】

図14



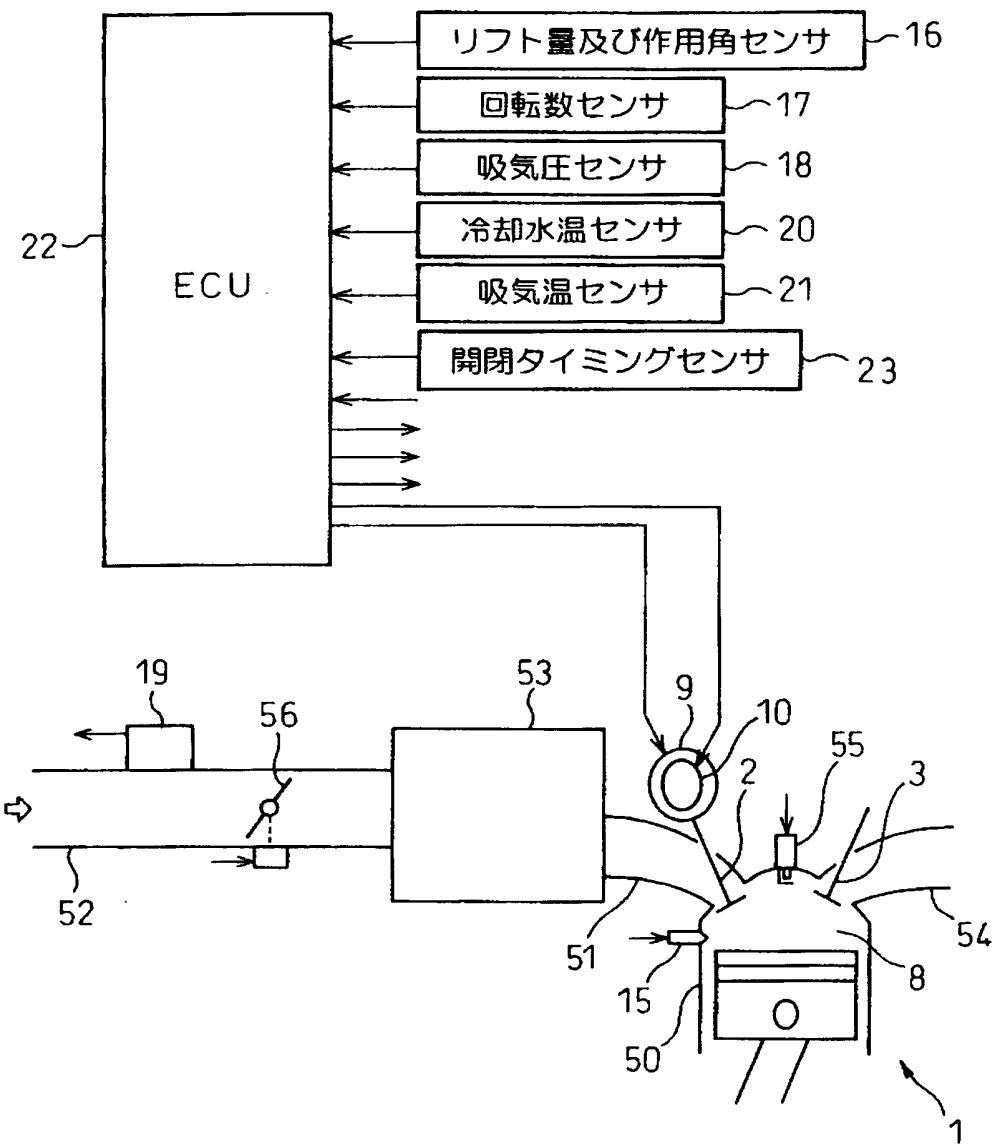
【図15】

図15



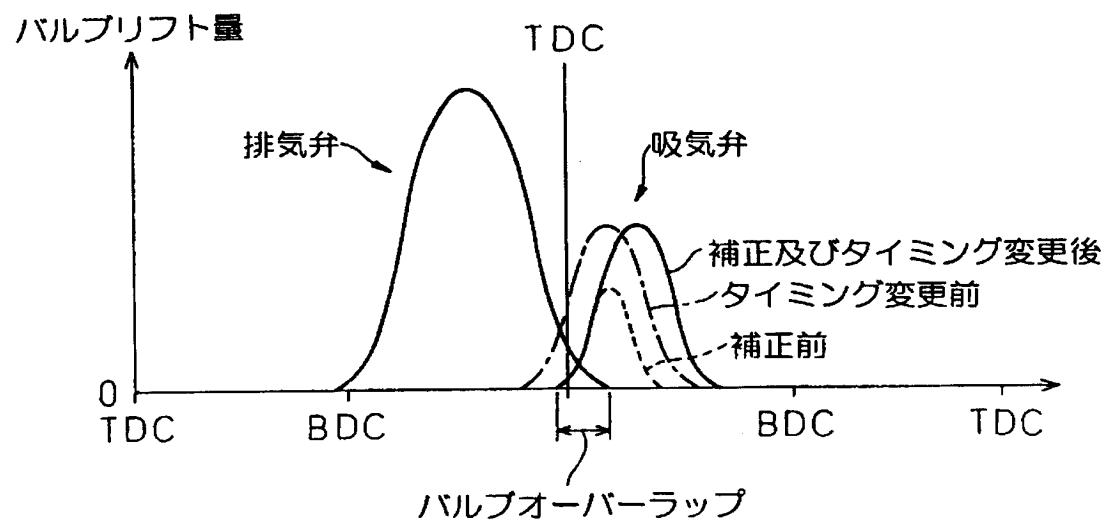
【図16】

图 16



【図17】

図17



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 開弁特性を変更可能な多気筒内燃機関において、排気エミッションの悪化を防止しつつ気筒間のトルク差を抑制し得る制御装置を提供する。

【解決手段】 吸気弁2及び排気弁3の少なくとも一方の開弁特性を制御する開弁特性制御手段9を備えた多気筒内燃機関1の制御装置であって、気筒間の吸気量差を推定し、推定された該吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限する、多気筒内燃機関の制御装置を提供する。

【選択図】 図1

特願 2003-418590

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏名 トヨタ自動車株式会社